

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 39 38 779 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 23 K 26/08**  
B 23 P 15/16

⑳ Aktenzeichen: P 39 38 779.8  
㉔ Anmeldetag: 23. 11. 89  
㉕ Offenlegungstag: 29. 5. 91

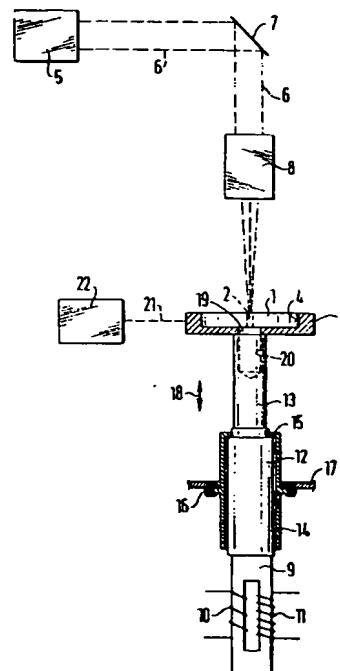
DE 39 38 779 A 1

㉗ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

㉘ Erfinder:  
Erfinder wird später genannt werden

⑤④ Verfahren zur Herstellung von mittels Laserstrahlung erzeugter, hochpräziser Durchgangsbohrungen in Werkstücken

Es wird ein Verfahren zum Herstellen von mittels Laserstrahlung (6) erzeugter, hochpräziser Durchgangsbohrungen (2) in Werkstücken (1), insbesondere durchflußbestimmender Spritzbohrungen für die Kraftstoffeinspritzung in Einspritzdüsen, vorgeschlagen, bei dem das Werkstück während der Bearbeitung in Richtung der einfallenden Laserstrahlung (6) schwingt, um insbesondere eine erhöhte Abmessungsgenauigkeit der Bohrung (2) zu erzielen.



DE 39 38 779 A 1

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von mittels Laserstrahlung erzeugter, hochpräziser Durchgangsbohrungen in Werkstücken, insbesondere durchflußbestimmender Spritzbohrungen für die Kraftstoffeinspritzung in Einspritzdüsen. Durch die DE-PS 30 07 169 ist ein Verfahren zum Herstellen von Mikrobohrungen mit Hilfe eines Leistungslasers bekanntgeworden, bei dem während der Bearbeitung durch die Einwirkung des Laserstrahls festes Werkstückmaterial in flüssigen und dampfförmigen Aggregatzustand umgewandelt wird und bei dem das Werkstück durch eine zusätzliche Wärmequelle auf eine so hohe Temperatur erwärmt wird, daß der sich durch die Wirkung der Laserstrahlung ergebende flüssige Aggregatzustand an der Wandung der Bohrung während einer hinreichend langen Zeitspanne aufrechterhalten wird, um eine gleichförmige Ausbreitung dieses Zustands über die Wandung der Bohrung zu ermöglichen. Damit soll die Bildung von Löchern mit einem verbesserten Oberflächen-Feinheitsgrad und höherer Dimensionsgenauigkeit erzielt werden. Um die Gleichförmigkeit der Oberfläche der Bohrungswandung weiter zu verbessern, sind das Werkstück und der Laserstrahl relativ zueinander um die Achse des Laserstrahls rotierbar. Die Rotation soll Unregelmäßigkeiten des Laserstrahls kompensieren und die Ausbreitung der im flüssigen Aggregatzustand befindlichen Materialeile über die Wandung der Bohrung infolge der Zentrifugalkräfte begünstigen.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß es den Austrieb des durch die Laserstrahlung geschmolzenen Werkstoffs aus dem Bohrloch begünstigt und Schmelzablagerungen an der Bohrlochwandung weitgehend verhindert. Dies führt insgesamt zu einer Reduzierung der Bearbeitungszeit bei gleichzeitiger Steigerung der Dimensionsgenauigkeit des Bohrlochs, da das Material infolge der Schwingung des Werkstücks ausgeworfen wird, sobald es den schmelzflüssigen Aggregatzustand erreicht hat.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich. Besonders vorteilhaft hinsichtlich der erzielten Resultate ist es, daß Werkstück mit einer hochfrequenten Schwingung, insbesondere Ultraschall-schwingung zu beaufschlagen. Ferner kann der Schwingung eine Rotationsbewegung des Werkstücks überlagert sein, um den Oberflächen-Feinheitsgrad der Bohrwandung weiter zu verbessern.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Die einzige Figur zeigt eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitende Vorrichtung zum Laserbohren von Werkstücken in vereinfachter Ansicht.

In einer Wand 1 eines Werkstücks, beispielsweise einer Kraftstoff-Einspritzdüse, wird mittels Laserenergie eine Bohrung 2 eingeschossen. zur Aufnahme des Werkstücks ist ein Teller 3 vorgesehen, in dessen Vertiefung 4 das Werkstück 1 eingelegt und festgespannt ist.

Die Strahlungsenergie wird von einem Laser 5 geliefert. Das von diesem ausgehende zylindrische Strahlenbündel 6 fällt auf einen Spiegel 7, der die Strahlung in Richtung auf die Wand 1 des Werkstücks umlenkt. Der Umlenkwinkel beträgt beim Ausführungsbeispiel 90 Grad. Die Laserstrahlung könnte auch unter einem anderen Umlenkwinkel oder unter Verzicht auf einen Umlenkspiegel direkt auf die Wand 1 des Werkstücks gerichtet werden.

Wie aus der Figur ersichtlich ist, wird das vom Laser 5 erzeugte Strahlenbündel 6 mittels eines einstellbaren, optischen Linsensystems 8 auf die zu durchbohrende Stelle der Wand 1 des Werkstücks so konzentriert, daß im Werkstück mittels eines oder mehrere Laserimpulse eine Bohrung mit vorgegebenen Durchmesser hergestellt wird.

Ein magnetorestriktiver Schwingungserzeuger 9 üblicher Bauart hat einen aus Platten aufgebauten Kern aus magnetorestriktiven Material um eine axiale Resonanz mit der Frequenz des darauf einwirkenden Wechselstroms sicherzustellen, so daß er sich in seiner Länge verringert oder vergrößert, je nach seinem Magnetorestriktionskoeffizienten.

Der Schwingungserzeuger 9 hat eine Polarisationspule 10 und eine Erregerspule 11. Mit Hilfe der Polarisationspule 10 wird der Schwingungserzeuger 9 polarisiert, damit er die angelegte Hochfrequenzenergie aus der Erregerspule 11 wirksam in elastische Vibrationsenergie umwandelt. Anstelle eines magnetorestriktiven Schwingungserzeugers können andere, bekannte Schwingungserzeuger verwendet werden, beispielsweise elektrorestriktive oder piezoelektrische Schwingungserzeuger.

Der Schwingungserzeuger 9 ist metallurgisch, beispielsweise durch Silberlötten oder dergleichen, mit einem zylindrischen Stößel 12, 13 aus massivem Stahl verbunden. Der den größeren Durchmesser aufweisende Teil 12 des Stößels wird von einer zylindrischen Hülse 14 gehalten, die aus einem Metall oder einem anderen geeigneten Resonanzmaterial besteht. Die Hülse 14 umgibt den Teil 12 des Stößels konzentrisch und mit Abstand. Am oberen Ende der Hülse 14 ist ein Bund 15 vorgesehen, welcher metallurgisch mit dem aus der Hülse herausragenden Teil 13 des Stößels verbunden ist. Die Hülse hat ferner einen Flansch 16, mit dem sie an einer Trägerplatte 17 befestigt ist.

Am freien Ende des Stößelteils 13 ist der die Wand 1 des Werkstücks aufnehmende Teller 3 befestigt, so daß dieser an der in Richtung des Doppelpfeils 18 erfolgenden Schwingbewegung des Systems teilnimmt. Der Teller 3 ist im Bereich der in die Wand 1 des Werkstücks einzubringenden Bohrung mit einem Durchbruch 19 versehen, an den sich eine im Teil 13 des Stößels ausgebildete Sacklochbohrung 20 zur Aufnahme der ausgeworfenen Schmelzpartikel anschließt.

Im Ausführungsbeispiel ist der Teller 3 drehbar auf der Stirnfläche des Stößelteils 13 gelagert und durch einen Getriebezug 21 mit einem Elektromotor 22 verbunden. Durch diesen Motor wird der Teller 3 während des Einbringens der Bohrung 2 in die Wand 1 in schnelle Drehung versetzt, um die Gleichförmigkeit und Dichte der

Oberfläche der Bohrungswandung zu verbessern.

Während des Betriebs schwingt der Teller 3 und das in ihn eingespannte Werkstück mit Boden 1, angetrieben durch den Schwingungserzeuger 9, in Richtung des Doppelpfeils 18. Dadurch wird das von der konzentrierten Laserstrahlung im Bereich des Bohrlochs 2 in den schmelzflüssigen Zustand versetzte Material des Bodens 1 nach oben und nach unten ausgeworfen. Dies beschleunigt den Bohrprozeß, verhindert übermäßige Plasmabildung und sorgt insbesondere zusammen mit der Rotation des Werkstücks für reduzierte Prozeßzeiten, einen verbesserten Oberflächen-Feinheitsgrad und erhöhte Abmessungsgenauigkeit der Bohrung.

#### Patentansprüche

15

1. Verfahren zum Herstellen von mittels Laserstrahlung erzeugter, hochpräziser Durchgangsbohrungen in Werkstücken, insbesondere durchflußbestimmender Spritzbohrungen für die Kraftstoffeinspritzung in Einspritzdüsen, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (1) während des Bearbeitungsvorgangs in Richtung der einfallenden Laserstrahlung (6) schwingt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (1) mit einer hochfrequenten Schwingung, insbesondere Ultraschallschwingung, beaufschlagt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingung eine Rotationsbewegung des Werkstücks (1) überlagert ist.
4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Schwingungsgenerator (9) zum Erzeugen von Vibrationsenergie eine vorgegebenen Frequenz sowie einen Stößel (12, 13) für die Übertragung der Vibrationsenergie auf einen mit dem Stößel verbunden Halter (3) aufweist, in den das zu bearbeitende Werkstück (1) eingespannt ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Stößel (12, 13) und der Halter (3) mit dem Durchtritt der einfallenden Laserstrahlung (6) gestattenden Ausnehmungen (19, 20) versehen sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstückhalter (3) drehbar auf dem Stößel (12, 13) gelagert und mit einem die Rotation des Halters bewirkenden Antriebsmotor (22) getrieblich verbunden ist.

20

25

30

35

40

45

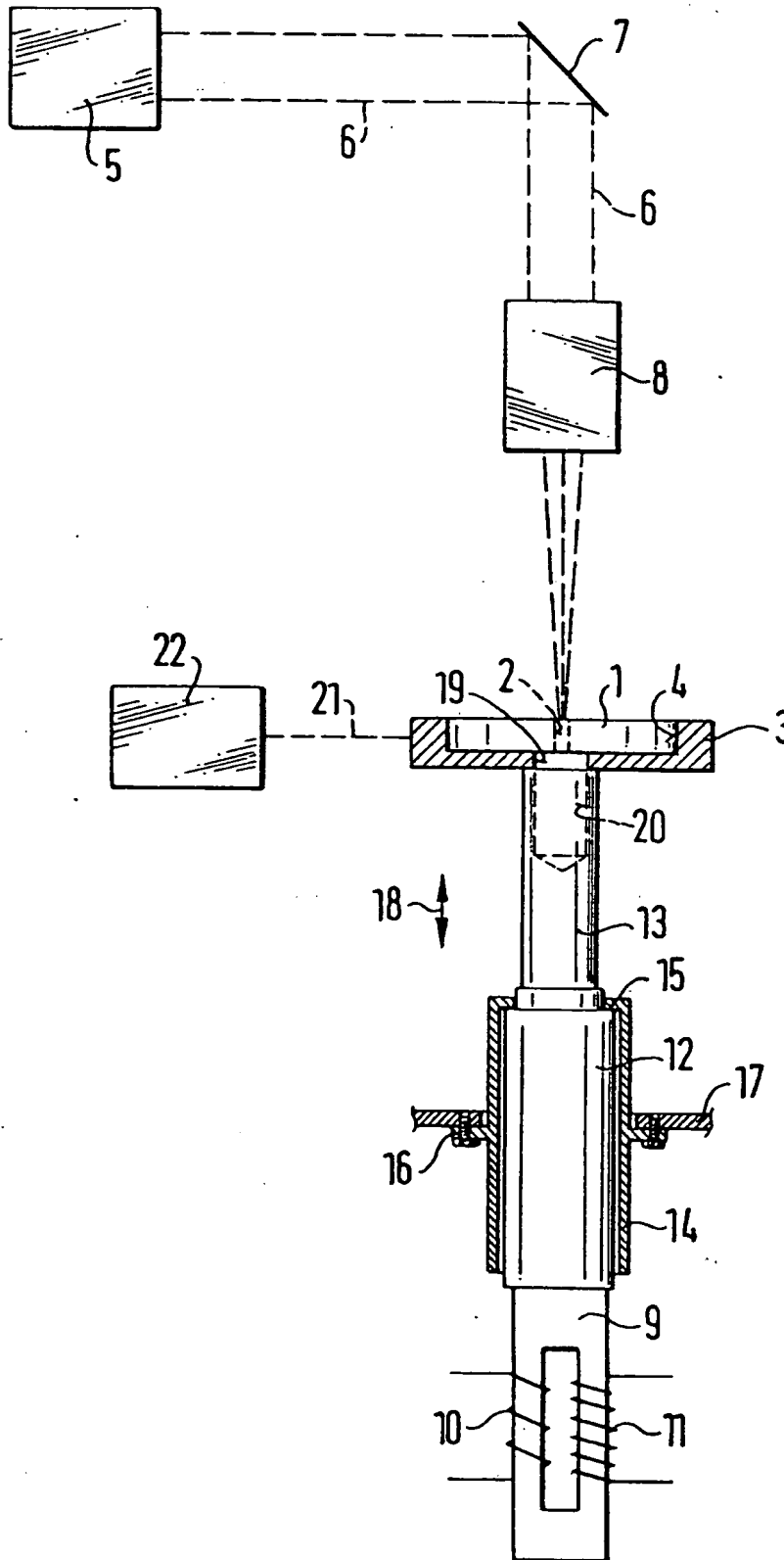
50

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65



PUB-NO: DE003938779A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 3938779 A1

TITLE: Laser beam unit esp. for drilling hole in fuel  
injector  
- has workpiece subjected to oscillatory  
vibration and  
rotated to improve dimensional precision and  
quality

PUBN-DATE: May 29, 1991

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

BOSCH GMBH ROBERT

COUNTRY

DE

APPL-NO: DE03938779

APPL-DATE: November 23, 1989

PRIORITY-DATA: DE03938779A ( November 23, 1989)

INT-CL (IPC): B23K026/08, B23P015/16

EUR-CL (EPC): B23K026/38

US-CL-CURRENT: 29/890.142

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O>During the process the workpiece (1) is oscillated in the direction of the laser beam (6). The workpiece is acted upon by a high frequency esp. ultrasonic oscillation. This oscillation is overlaid by a rotational movement of the workpiece. The oscillation generator (9) transmits the vibration via a ram (12,13) to the holder (3) for the workpiece (1). The ram (12,13) has the holder (3) rotatably mounted on top of it, and both have recesses (19,20) for receiving the laser beam (6). An electric motor

(22) is connected by a drive train to the holder (3) which is rapidly rotated as the borehole (2) is drilled. ADVANTAGE - The vibratory motion prevents melt deposits forming in the borehole thereby reducing processing time and increasing the dimensional precision of the finished borehole. The surface quality of the borehole wall is improved by the rotational movement of the workpiece.

**Laser beam unit esp. for drilling hole in fuel injector - has workpiece subjected to oscillatory vibration and rotated to improve dimensional precision and quality**

**Publication number:** DE3938779

**Publication date:** 1991-05-29

**Inventor:**

**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)

**Classification:**

**- International:** B23K26/38; B23K26/00; (IPC1-7): B23K26/08; B23P15/16

**- European:** B23K26/38B4

**Application number:** DE19893938779 19891123

**Priority number(s):** DE19893938779 19891123

**Report a data error here**

**Abstract of DE3938779**

During the process the workpiece (1) is oscillated in the direction of the laser beam (6). The workpiece is acted upon by a high frequency esp. ultrasonic oscillation. This oscillation is overlaid by a rotational movement of the workpiece. The oscillation generator (9) transmits the vibration via a ram (12,13) to the holder (3) for the workpiece (1). The ram (12,13) has the holder (3) rotatably mounted on top of it, and both have recesses (19,20) for receiving the laser beam (6). An electric motor (22) is connected by a drive train to the holder (3) which is rapidly rotated as the borehole (2) is drilled. ADVANTAGE - The vibratory motion prevents melt deposits forming in the borehole thereby reducing processing time and increasing the dimensional precision of the finished borehole. The surface quality of the borehole wall is improved by the rotational movement of the workpiece.



Europäisches  
Patentamt  
European Patent  
Office  
Office européen  
des brevets

Description of DE3938779

Print

Copy

Contact Us

Close

## Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

### State of the art

The invention relates to a method for manufacturing by means of laser irradiation of produced, highly precise through-holes in works, in particular flow-determining spraying drillings for the fuel injection in injection nozzles. By the DE-PS 30 07 169 a method is known for manufacturing micro drillings with the help of an achievement laser, with which during the treatment by the effect of the laser beam solid workpiece material is converted into liquid and vaporous state of aggregation and with that the work by an additional heat source to a so high temperature is warmed up that the liquid state of aggregation at the wall of the bore, resulting in from the effect of the laser irradiation, will maintain itself during a sufficiently long time interval, in order to make a homogeneous propagation possible of this condition over the wall of the bore. Thus the education is to be obtained by holes with an improved surface refinement degree and a higher dimension accuracy. In order to improve the regularity of the surface of the drilling wall further, the work and the laser beam are relatively to each other rotatable around the axle of the jet. The rotation is to compensate irregularities of the laser beam and to favour the propagation of the material parts in the liquid state of aggregation over the wall of the bore due to the centrifugal forces.

### Advantages of the invention

The method according to invention with the characteristic features of the principal claim has in contrast to this the advantage that it drove the material from the borehole, melted by the laser irradiation, favoured and fusion deposits out at the borehole wall to a large extent prevented. This leads altogether to a reduction of the operating time when simultaneously increase the Dimensionengenauigkeit of the borehole, since the material is ejected due to the vibration of the work, as soon as it achieved the fusionliquid state of aggregation.

By the measures specified in the Unteransprüchen favourable training further and improvements of the method indicated in the principal claim are possible. Regarding the obtained results it is particularly favourable that work with a high frequency vibration to subject in particular ultrasonic vibration. Furthermore the vibration a rotation of the work can be overlaid, in order to improve the surface refinement degree of the drilling wall further.

### Design

An embodiment of the invention is represented and in the following description more near described in the design. The only figure points an apparatus working after the invent-us-in accordance with-eaten method to the laser boring of works in simplified opinion.

### Description of the embodiment

In a wall 1 of a work, for example a fuel injection nozzle, by means of laser energy a bore 2 is shot in. for the admission of the work a Telle 3 is intended, inserted into whose depression 4 the work 1 is and tightened.

- ▲ top The radiation energy is supplied by a laser 5. Of this outgoing cylindrical luminous beam 6 falls on a level 7, which returns the radiation in the direction of the wall 1 of the work. The returning angle amounts to with the embodiment 90 degrees. The laser irradiation could be directed also under another returning angle or through renouncement of a deflecting mirror directly toward the wall 1 of the work.

As it is shown by the figure is concentrated in such a way by the laser of 5 produced luminous beams 6 by means of an adjustable, optical lens system 8 on the place of the wall 1 of the work which can be perforated that in the work by means of one or more laser impulses a bore with given diameter is manufactured.

A magnetorestriktiver oscillator 9 of usual design has to guarantee a core from magnetorestriktiven material, composed of plates, around an axial resonance with the frequency of the alternating current influencing on it, so that it is reduced or increased in its length, depending upon its Magnetorestriktionskoeffizienten.

The oscillator 9 has a polarization coil 10 and a field coil 11. With the help of the polarization coil 10 the oscillator becomes 9 polarised, so that it converts the high frequency energy put on from the field coil 11 effectively into flexible vibration energy. In place of a magnetorestriktiven oscillator other, well-known oscillators can be used, for example electricalrestricitive or piezo-electric oscillators.

The oscillator 9 is metallurgically, for example by silver soldering or such a thing, connected with a cylindrical tappet 12, 13 from solid steel. The larger diameter exhibiting part 12 of the tappet by a cylindrical case 14 one holds, which consists of metal or another suitable resonance material. The case 14 surrounds the part 12 of the tappet concentric and with spacing. At the upper end of the case 14 a federation 15 is intended, which is metallurgically with the part 13 of the tappet outstanding from the case connected. Furthermore the case has a flange 16, with which it is fastened to a mother board 17.



At the free end of the tappet part of 13 the wall 1 of the work taking up plates 3 is fastened, so that this participates to toward the double arrow 18 taking place oscillation of the system. The plate 3 is provided in the range of the bore who can be brought into the wall 1 of the work with a break-through 19, which a blind hole drilling 20 trained in the part 13 of the tappet follows for the admission of the ejected fusion particles.

In the implementing us example the plate 3 rotary on the front surface of the tappet part of 13 and by a gear train 21 connected with an electric motor 22 is stored. The plate 3 is shifted by this engine during bringing in the bore 2 into the wall 1 in quick rotation, in order to improve the regularity and density of the surface of the drilling wall.

During the enterprise the plate 3 and the work with tray 1, propelled by the oscillator 9, clamped into it, swings toward the double arrow 18. Thus the material of the tray 1 shifted by the concentrated laser irradiation in the range of the borehole 2 into the fusionliquid condition is ejected upward and downward. This accelerates the drilling process, prevents excessive plasma formation and provides in particular zusam with the rotation of the work for reduced process sides, an improved surface refinement degree and increased dimension accuracy of the bore.



Europäisches  
Patentamt  
European Patent  
Office  
Office européen  
des brevets

[Claims of DE3938779](#)[Print](#)[Copy](#)[Contact Us](#)[Close](#)

## Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

1. Methods for manufacturing by means of laser irradiation of produced, highly precise through-holes in workpieces, in particular flow-determining spraying drillings for fuel-inject into injection nozzles, characterised in that the workpiece (1) during the phase of operation toward the incident laser irradiation (6) swings.
2. Process according to claim 1, characterised in that the work (1) with a high frequency vibration, in particular ultrasonic vibration, is subjected.
3. Process according to claim 1 or 2, characterised in that of the oscillation a rotation of the work (1) is overlaid.
4. Apparatus to the lead-through of the method after one of the preceding claims, characterised in that it an oscillation generator (9) for producing vibration energy à given frequency as well as a tappet (12, 13) for the transmission of the vibration energy on one connected with the tappet holder (3) exhibits, into whom the work (1), which can be worked on, is clamped.
5. Apparatus according to claim 4, characterised in that of the tappets (12, 13) and the supporting (3) with depresses the incident laser irradiation (6) permitting recesses (19, 20) are provided.
6. Apparatus according to claim 4 or 5, characterised in that of the workpiece holders (3) more rotary on the tappet (12, 13) stored and with the rotation of the holder causative driving motor (22) is getrieblich connected.

▲ top